

高职高专水利水电类专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHUILISHUIDIANLEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



水电站

计算机监控技术

黄少敏 主 编
周德平 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

高职高专水利水电类专业规划教材
GAOZHI GAOZHUAN SHUILISHUIDIANLEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



水电站 计算机监控技术

主 编 黄少敏
副主编 周德平
编 写 王学武 周 涛
主 审 陈炳森

ISBN 7-313-04003-0 定价：20.00元

本书可作为水利水电类专业及相关专业的教材，也可供从事该工作的工程技术人员参考。

（CIP）

（CIP）

本书可作为水利水电类专业及相关专业的教材，也可供从事该工作的工程技术人员参考。



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为高职高专水利水电类专业规划教材。

全书除绪论外,共分七章,主要包括计算机网络基础知识、水电站计算机监控系统概述、计算机监控系统的数据采集与处理、计算机自动监测技术、微机现地自动控制装置、自动发电控制和自动电压控制以及计算机监控系统设计;此外还有三篇附录,内容包括泵站计算机监控系统、水电站常用自动化检测元件简介和断路器操作箱和电压切换箱。本书的主要内容选自一个水电站的实例,并以此实例来具体说明水电站计算机监控设备和硬、软件系统的各种知识;内容先进,涵盖了当前水电站中的计算机继电保护、监测控制部分。

本书主要作为高职高专水利水电类、电力技术类等相关专业的教学用书,也可作为高职高专的函授教材,同时可作相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水电站计算机监控技术/黄少敏主编. —北京:中国电力出版社, 2008

高职高专水利水电类专业规划教材

ISBN 978-7-5083-6766-8

I. 水… II. 黄… III. 水力发电站—计算机监控—高等学校: 技术学校—教材 IV. TV736

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021402 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 254 千字
定价 16.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

《水电站计算机监控技术》是水电站动力设备、水电站电力设备、发电厂及电力系统等专业的主干课程。考虑水电站、水泵站的计算机监控与保护形式基本类似,本教材内容以水电站计算机系统为主编写;为便于水泵站专业人员学习,水泵站计算机监控部分的内容单独编写。在编写过程中,有关技术规范、标准、名词术语等按照我国新的国家标准编写。对水电站计算机控制技术所涉及的计算机网络技术(如网络通信、网络结构等)基本知识作了简要介绍,还详细介绍了水电站计算机控制装置的原理与结构。书中采用的有关实例资料是以国网南京南瑞自动控制有限公司和国网南京自动化股份有限公司在福建的工程应用实例为主。

本书由福建水利电力职业技术学院黄少敏老师担任主编,武汉电力职业技术学院周德平老师担任副主编。黄少敏老师编写了绪论、第一、二、五章和第四章的第二节、第七章的第一节、附录A和附录B;周德平老师和武汉大学动力与机械学院的王学武老师编写了第三、六章和第四章的第一节、第七章的第二节;广西水利电力职业技术学院周涛老师编写了附录C。

本书由广西水利电力职业技术学院陈炳森老师主审。本书在编写过程中,得到了武汉大学动力与机械学院博士生导师陈启卷教授的精心指导,也得到了福建水利电力勘测设计研究院的李贤海和徐洁高级工程师等专家的支持和帮助,还参考了一些文献。在此对上述各位专家和有关文献作者一并致谢。

由于现代计算机控制技术应用水平的飞速发展,限于我们的水平和经验,书中内容难免存在不足之处。真诚希望同行专家和广大读者积极提出建议和意见,以利我们不断提高和改进。

编者

2007年6月

目 录

前言

绪论	1
思考题	4
第一章 计算机网络基础知识	5
第一节 计算机网络概述	5
第二节 计算机操作系统类型	8
第三节 计算机系统的数据通信基础	11
第四节 计算机控制系统总线技术	18
思考题	27
第二章 水电站计算机监控系统概述	28
第一节 水电站计算机监控系统基本类型	28
第二节 水电站计算机网络结构	30
第三节 水电站计算机监控系统数据库基础	34
第四节 水电站 GPS 装置简介	39
思考题	42
第三章 计算机监控系统的数据采集与处理	43
第一节 数据采集与处理的作用和分类	43
第二节 模拟量的输入与输出	46
第三节 开关量的输入与输出	49
第四节 采集数据的处理与转换	50
思考题	52
第四章 计算机自动监测技术	53
第一节 交流电量采集原理	53
第二节 计算机自动巡回检测系统	58
思考题	68
第五章 微机现地自动控制装置	69
第一节 微机现地自动控制装置概述	69
第二节 微机现地自动控制装置	71
第三节 微机自动装置的信息传送	81
第四节 微机现地自动控制装置实例	85

思考题	113
第六章 自动发电控制和自动电压控制	114
第一节 自动发电控制	114
第二节 自动电压控制	120
思考题	121
第七章 计算机监控系统设计	122
第一节 计算机监控系统设计	122
第二节 水电站计算机监控系统设计工程实例	123
思考题	135
附录 A 泵站计算机监控系统	136
第一节 概述	136
第二节 泵站生产过程物理量的检测	138
第三节 泵站计算机监控系统原理与结构	141
第四节 泵站计算机监控系统过程通道	146
第五节 泵站计算机监控系统的抗干扰	148
附录 B 水电站常用自动化检测元件简介	153
第一节 传感器的分类及基本特性	153
第二节 水电站常用的非电量传感器和变送器	154
附录 C 断路器操作箱和电压切换箱	157
参考文献	162

绪 论

随着我国国民经济的快速增长, 社会对能源尤其是电力的需求也相应增加, 这也促进了电力工业的迅猛发展。因此电力电能的生产、输送、销售突显出了几个特点: 一是电网的总容量大; 二是电源分布更加合理, 各区域网间的横向联系将越来越多, 电能的输送线路更长, 如国家的西电东送计划等; 三是组成电网的电能生产方式更加多样化, 包括了如水力发电、火力发电、热能发电、核能发电、风力发电、太阳能发电、潮汐能发电、垃圾发电、抽水蓄能发电等多样化的发电方式; 四是多样化的电力用户对电力部门供电的可靠性、稳定性和电能质量提出了更高的要求。诸如这些情况, 对电力系统的生产管理提出了更高的要求, 而常规的控制手段与管理方法已无法满足。特别是水电站由于其生产过程所具有的特点及现代水电站规模的扩大, 使得提高水电站自动化水平变得非常必要。

一、水电站生产过程的特点

水电站的生产过程有以下一些特点, 这些特点对水电站的运行方式和自动化的任务与要求有很大的影响。

1. 水电站发电计划取决于水情及水库的调度计划

水电站能源全部储存在水库中, 水能多少是由水文情况、降雨过程和上下游水利设施用水情况所决定的, 不可能按照电力系统的负荷需要而给予稳定的供应。而且水电站除发电以外, 还承担防洪、灌溉、航运、供水、养殖以及旅游等任务, 而这些任务对水电站提出的要求通常是不一样的, 有时甚至是矛盾的。如汛前防洪与发电矛盾、枯水期发电与航运、发电与旅游的矛盾、梯级水电站站内经济运行与站际经济运行之间的矛盾等; 而不同调节性能的水库, 其运行计划的制定也不同。如何合理地完成水电站的各项任务, 结合好不同时期的不同任务, 对水的要求及对水情准确的预测, 以及对水库合理准确的调度是至关重要的。

2. 水电站的机电系统监控功能复杂且要求高

大中型水电站特别是具有良好调节性能的水电站或抽水蓄能电站, 通常在电力系统中承担峰荷或腰荷, 有的是作为执行电力系统频率控制任务的主要电站, 有的是电力系统故障时的重要后备电源; 另外, 当水电站距离负荷中心较远时, 还必须考虑长距离输电的稳定性和无功功率的控制问题, 这就对水电站的机电设备运行管理及自动化系统提出了很高的要求。

由于水电站生产过程的上述特点, 在实现水电站自动化时, 不仅要实现机组一级的自动化, 还要实现站级自动化; 既要在水电站机电系统进行自动监控, 也要考虑水力系统对运行方式的制约, 实现能与水库优化调度计划相协调的优化控制; 既要考虑本水电站的运行要求, 也要考虑梯级水电站或跨流域水电站, 甚至电力系统内其他发电站的运行方式对本站的影响, 来实现水电站的自动化运行。所有这些要求得到满足, 依靠传统的自动控制技术显然无法实现。而现代计算机性能的迅速提高和价格的下降, 以及现代控制测量技术的进步, 为计算机在水电站的自动化控制中的应用提供了可靠的技术保障。

二、水电站计算机监控技术的应用

水电站计算机监控系统是利用数字电子计算机对水电站的电能生产过程进行控制的一种设备集成。采用计算机控制的目的是,为了提高水电站的自动化水平,以保证水电站的发电质量、安全运行水平、劳动生产率和经济效益。

在水电站计算机监控系统中,人们用电子计算机代替传统自动控制中的控制器和控制方法,使控制过程更加合理、灵活和及时。因此,计算机控制比传统的自动控制和自动化技术有更多的优越性。但是,计算机控制的实现仍然与传统的自动控制和自动化技术有着密切的联系,可以说,计算机控制系统是传统的自动控制技术与计算机技术相结合的产物。

水电站计算机监控系统是一门涉及多种学科和新技术的综合性科学技术,近年来有了较大的进展。尤其是随着数字电子计算机(以下简称计算机)性能不断提高,价格不断降低,使得计算机在工业生产过程控制以及水电站自动化中的应用更为广泛。它的应用给水电站生产带来了巨大的效益,标志着自动化技术发生了重大变革。

水电站监控系统的发展经历了人工监控、电话调度和远动化(四遥功能,包括遥测、遥信、遥调、遥控),直到以计算机为核心、以现代数据通信为基础的计算机监控等三个阶段。在20世纪60年代,美国首先将计算机用于水电站监控系统,由于当时的计算机体积大、性能差、缺乏高级软件支持,所以监控系统只能承担水电站运行参数的记录和报警等。1974年美国在哥伦比亚河梯级电站的大古力水电站(装机容量为6000MW)实现了闭环控制。尽管该控制系统存在许多不足(直到现在还在不断进行改进),但它是水电站计算机控制发展史上的一个重要里程碑。20世纪70年代以后,随着计算机技术的不断发展,许多工业发达国家,在水电站中逐步采用计算机监控系统,并取得了显著的效益。从应用的水平上看,美国、日本、法国等国家处于领先地位。

在我国,水电站自动化应用计算机起步较晚。1979年原水利电力部在福建省古田召开了全国水电站自动化技术经验交流会,总结了我国水电站自动化的经验,确定了水电站自动化的试点电站。“六五”期间,开始了重点水电站计算机监控、水轮发电机调速、励磁调节、水情自动测报等方面的科研和应用试点工作。如以浑江梯级及永定河梯级水电站、富春江及葛洲坝水电站为代表的计算机监控系统的试点;在个别电站进行的以微机调速和励磁调节的试点、黄龙滩的水情自动测报、松花江的水情自动测报及水库调度自动化的试点等,都取得了一定的成效。1987年10月,原水利电力部在南京召开了“全国水电厂自动化技术总结和规划落实工作会议”,在总结经验的基础上,制定了《“七五”期间水电厂自动化计算机应用规划》。按照规划要求,“七五”期间,我国将有包括葛洲坝、鲁布格、白山、浑江、永定河等近30个水电站实现计算机监控和经济运行,其中五个水电站梯级实现实时经济调度,一个水电站将试点无人值班;并且明确了通过“七五”规划的实现,促使我国水电站自动化方面应用计算机技术从科研试验走上实用推广的战略目标。“七五”规划实施以来,我国水电站自动化水平有了很大的提高,先后有太平湾、长甸、下苇甸、葛洲坝二江水电站的计算机监控系统和发电控制装置通过了原电力部主持的“无人值班(少人值守)”验收。

三、水电站应用计算机监控技术的优点

水电站应用计算机监控系统对提高自动化水平,保证安全运行,提高经济效益,改善劳动条件,促进技术进步都具有十分重要的意义。

(1) 实施计算机监控技术有利于提高水电站运行可靠性。水电站机组启停频繁,工况和

功率变化迅速,特别是梯级水电站机组台数相对较多,分布范围广,运行方式复杂,这些均要求水电站必须具有较高的自动化水平。实现全站或全梯级的计算机监控,不仅能对影响全站、全梯级安全运行的设备进行可靠的监视,并能对故障、事故的发生给予自动报警和登录,给出故障处理指导。这不仅有利于及时排除故障,而且可以防止误操作。对于威胁安全运行的事故则能自动实施停机保护,有利于预防事故的扩大,保证设备的安全。

(2) 实施计算机监控有利于提高水电站的经济运行水平。经济运行是水电站(特别是梯级水电站)提高经济效益的重要保证。梯级水电站的经济运行包括水库的优化调度、梯级各站的负荷优化分配和站内机组的优化组合。监控系统的经济运行和相应的控制软件,能够根据水情测报系统提供的实时信息自动完成以上各级优化,从而大大提高了水能利用率。同时,可以减少机组启停次数和因此而引起的无益空转时间,达到节水多发电的目的。对于梯级水电站而言,实现计算机监控经济运行,至少可提高2%的经济效益。据报道,法国罗纳河梯级水电站改用计算机集中监控之后,效益增加了4%;杜朗斯—维尔登水电站群采用计算机监控后的效益增幅达16%。对于大中型水电站和梯级水电站,实施计算机监控的效益是极为可观的。

(3) 实施计算机监控有利于提高劳动生产率。与水电开发较早和自动化水平较高的国家相比,我国水电管理模式和职工劳动生产率处于一个相对较低的层次。据统计,国际上水电装机单位MW占用职工人数,先进的国家达0.01~0.07人/MW;在我国,较好的是广州抽水蓄能水电站为0.07人/MW,而有些水电站则超过5人/MW,甚至更多。为适应现代电力工业生产的需要,改革水电站长期以来落后的管理局面,原电力工业部正式提出水电站实现“无人值班(少人值守)”的装备政策,以此带动整个水电站生产管理体制改革,促进水电站的技术进步,提高水电站的安全经济运行水平,达到提高“经济效益、社会效益”的目的。

从世界的范围来看,水电站的计算机监控系统还处于不断更新、变化的阶段,还没有形成典型的系统,各国的计算机监控系统很少是完全相同的。随着计算机科学飞速的发展,硬件和软件的更新换代周期不断减小,可以预计,这将会对水电站计算机监控系统带来新的变革,产生更为深远的影响。

四、基本名词解释

(1) 电站级(或主控级)(Power Plant Level):水电站中央控制。

(2) 数据(Data):数字量或模拟量含义的数值表示。

(3) 波特率(Bit Rate):传送二进制位的速度,单位为每秒传送的数字位数。

(4) 波特(Baud):信号传输速度的一种单位,等于每秒内离散状态或信号事件的个数。在每个信号事件表示一个二进制位的情况下,波特和每秒比特数一样,在异步传输中,波特是调制串的单位,是单位间隔的倒数。若单位间隔的宽度是20ms,则调制串是50波特。

(5) 信息(Information):根据数据表示形式中所用的约定赋予数据的意义。

(6) 报文(Messase):用于传递信息的字符有序序列。

(7) 事件(Event):系统或设备状态的离散变化。

(8) 分辨率(Resolution):被测量可能被识别的最小值。

(9) 事件分辨率(Event Resolution):事件发生时间的可识别的最小值。

(10) 状态 (State): 指元件或部件所处的状态, 如逻辑“0”或“1”。

(11) 状况 (Status): 描述一个点、一台设备或一个软件工作状况的信息。如点报警状态、点禁扫状态。

(12) 禁止 (Disable): 阻止某个特定事件处理的命令或条件。

(13) 允许 (Enable): 允许某个特定事件处理的命令或条件。

(14) 人工操作 (Manual Operation): 通过人机接口对被控设备进行操作。

(15) 响应时间 (Response Time): 从启动某一操作到得到结果之间的时间。

(16) 平均故障间隔时间 (Mean-Time-Between Failures, MTBF): 工作设备的故障之间所能期望的间隔时间 (h)。

(17) 平均维修时间 (Mean Time to Repair, MTTR): 使故障设备恢复正常工作所能期望的时间 (h)。

(18) 电磁兼容性 (Electromagnetical Compatibility, EMC): 设备对外界电磁场容忍能力的一种量度。

(19) 电磁干扰 (Electromagnetic Interference, EMI): 从设备中辐射出的电磁场的一种量度。

(20) 有功功率联合控制 (Joint Control of Active Power): 在水电站内调整有功功率以如此方式进行, 即让被控制的多台发电机组的行为同单台机组的行为一样。其发电机联合组成和执行控制规律是按照水电站控制任务特性来确定的。

(21) 无功功率联合控制 (Joint Control of Reactive Power): 在水电站内调整无功功率以如此方式进行, 即让被控制的多台发电机组的行为同单台机组的行为一样。其发电机联合组成和执行控制规律是按照水电站控制任务特性来确定的。

(22) 水电站自动发电控制 (Automatic Generation Control, AGC): 水电站自动发电控制是电力系统自动发电控制的一个子系统。它的任务: 在满足各项限制条件的前提下, 以迅速、经济的方式控制整个电站的有功功率来满足系统的需要。

(23) 水电站自动电压控制 (Automatic Voltage Control, AVC): 水电站自动电压控制是电力系统自动电压控制的一个子系统。任务是按站内高压母线电压及全站的无功功率进行优化实时控制, 以满足电力系统的需要。

思考题

(1) 水电站生产过程有何特点?

(2) 计算机监控技术在水电站中主要应用在什么地方?

(3) 水电站监控系统的发展经历了哪几个阶段? 目前处于哪个阶段?

(4) 计算机监控系统在水电站中的应用, 给水电站的运行管理带来哪些好处?

计算机网络基础知识

第一节 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。它是将地理位置不同,具有独立功能的多个计算机系统用通信设备和线路连接起来,按照网络协议进行数据通信,实现网络系统中信息、数据库、软件、硬件等资源共享,是一个互连的独立计算机的集合,各计算机之间可实现信息的交换和资源共享。在这个网络中的计算机是相互独立的,相互间没有明显的主从关系,即一台计算机不能强制地启动、中止或控制网络中的另一台计算机。因此,带有大量终端和外部设备的计算机系统及具有一个控制单元和许多从属单元的计算机系统,不能算是计算机网络。

一、计算机网络

计算机网络根据其涉及地理范围的不同,可分为局域网和广域网。

(1) 局域网:局域网指在地理上距离较近的网络,简称 LAN。主要指短距离工作的网络,其特点:一是范围有限,用户个数有限,仅用于办公室、工厂、学校等内部网络;二是高传输速率和低误码率;三是传输介质较多,既可用通信线路(如电话线),又可用专门的线路(如同轴电缆、光纤、双绞线等);四是局域网侧重共享信息的处理。决定局域网特征的主要技术有连接各种设备的拓扑结构、数据传输形式、介质访问控制方法。

(2) 广域网:广域网是在一个广泛地理范围内所建立的计算机通信网,简称 WAN。其范围可以超越城市、国家乃至全球,因而对通信的要求及复杂性都比较高。广域网侧重共享位置准确无误及传输的安全性。

在实际应用中,LAN 可与 WAN 互连,或通过 WAN 与位于其他地点的 WAN 互连,这时 LAN 就成为 WAN 上的一个端系统。

二、计算机网络的组成

计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成,如图 1-1 所示。

从逻辑功能上看,一个计算机网络可以分成两个子网,即资源子网和通信子网。用户通过终端或计算机系统控制台访问计算机网络。

1. 资源子网

资源子网的主要任务是提供资源共享所需的硬件、软件及数据等资源,提供访问计算机网络和处理数据的能力。它由主机系统(CPU、存储器和外设等组成的系统)、终端和终端控制器组成。

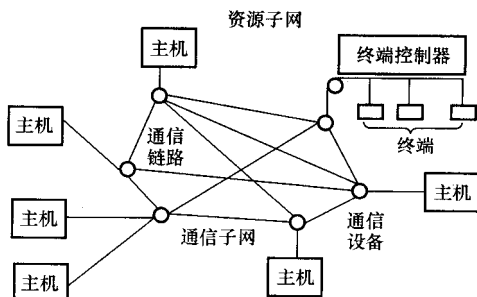


图 1-1 计算机网络组成

主计算机负责处理数据,运行各种应用程序并提供用户访问的数据库,通过高速通道和通信子网的节点相连。

终端控制器对一组终端进行控制,控制功能很广,从链路管理到拆装信息。终端是人与计算机网络的界面,是计算机网络面向用户的窗口。其功能是变换信息为机器传输、处理数据。若终端具有一定的存储、处理信息的能力,则称为智能终端。

2. 通信子网

通信子网的主要功能是完成数据的传输、交换以及控制,提供计算机网络的功能。它包括传输线路、节点交换机、网控中心等设备,是一个计算机网络性能优劣的关键。网络中的主要设备是节点交换机,事实上是一台专用的计算机,负责数据的转接及提供用户入网的接口。管理全网运行及用户入网等业务的是网控中心,一个网络的初始化、差错恢复、扩充、拓扑更改、用户入网登记等业务均由网控中心统一管理。

对于局域网,由于其传输距离有限,入网主机不多,因此,大多不采用通信子网和用户资源子网分工的主网方式,而是使用一个统一的全网服务工作站,所有通信服务均由工作站处理,每个入网的主机通过网络接口设备接入网络。所以,通信子网是针对远程网络而言的。

3. 计算机网络和拓扑结构

所谓网络和拓扑结构是指网络的链路(Link)和节点(Node)在地理上所形成的几何构成。拓扑(Topology)是一种研究与大小、形状无关的线和面特性的方法。网络拓扑学则研究各类网络构成的基本特性。

链路是指两个相邻节点之间的通信线路。节点为网络中某分支的端点或网络中若干条分支的公共交汇点。节点往往和工作站联系在一起,也就是说,一台工作站既可以是一台带终端的计算机,也可以是外围设备。节点在具体系统中常称为通信处理机(CP)、接口信息处理机(IMP)、通信接口单元(CIU)或适配器(Adapter)。因此可说,一台工作站就指宿主计算机加上通信处理机。如图1-2所示,计算机网络拓扑结构常见的主要有总线形、环形、星形、树形以及点到点互连模式五种结构。

(1) 总线形。如图1-2(a)所示,所有节点都并行地连接到公共总线上,各个节点都通过这条总线来互相通信。总线形网络中信息从发送节点向两个方向分别传送,直到总线的两个端点,控制的唯一要求是信息中要有地址,各节点要识别报文地址,把以本节点为目的地址的信息接收下来。这种网络结构简单,扩展方便,初始建立成本以及维修费用比较低,某个节点发生故障不会对整个系统造成严重威胁,系统仍可降低使用,继续工作。它的主要问题在于,如果总线出现故障会造成整个系统瘫痪,当然可以采用冗余措施进行补救。

(2) 环形。如图1-2(b)所示,环形网络形成一个简单的闭合回路,任何两个节点之间都要通过环路互相通信。信息传递是从发送节点一次经过各节点,最后回到发送节点。环形结构的突出优点:结构简单,控制逻辑简单,挂接或摘除设备比较容易,网络的投资也较低。环形网络的主要问题是可靠性,当某个节点或环形数据通道出现故障时,会给整个系统的工作造成威胁。为此需要考虑提高可靠性的措施,诸如采用双向环形数据通道,或在节点(站设备)上加“旁路通道”等。

(3) 星形。如图1-2(c)所示,在星形网络中,仅仅一个节点和其余所有的节点相连接,称这个节点为主节点(中心节点),除了主节点外,其余所有节点均不相互连接。所有节点来的信息都集中到主节点,信息交换由主节点集中进行,主节点具有中断交换信息的功

能,中断来自各节点的信息,并把集中到主节点的信息转发到相应的节点。由于主节点与其他各节点之间的链路是专用的,因此线路的传输效率高,便于程序集中研制和资源共享,通信也简单。但从可靠性的角度来看,若主节点出现故障,将产生广泛的影响。另外,这种网络通信线路不能共用,利用率低,不经济。一般适合小规模控制系统。

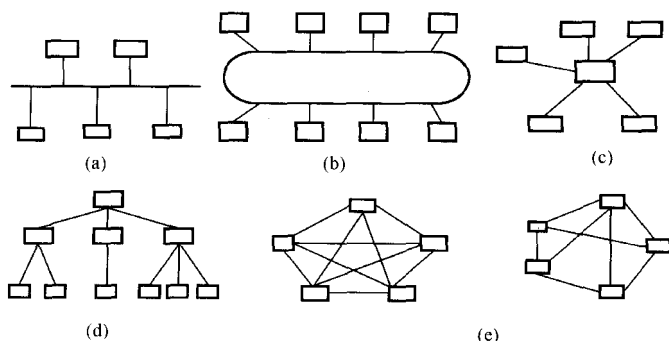


图 1-2 计算机网络拓扑结构图

(a) 总线形; (b) 环形; (c) 星形; (d) 树形; (e) 点到点互连模式

(4) 树形。如图 1-2 (d) 所示,在树形网络中,主节点又叫做树根节点,由根节点开始向下分级的从节点,又叫做枝节点或叶节点等。所以,带树根形的信号流通路是分级组成的,即从树根开始分级向下连接。树形网络的主要问题在于可靠性差,主节点有故障时影响较大。与星形网络相比,其最大优点是成本较低(通信线路较短)。

树形和星形也称为集中式网络,因为其处理功能集中于主节点(中心节点)。

(5) 点到点互连模式。其有两个基本类型,即全点到点相互连接模式和部分点到点相互连接模式。图 1-2 (e) 中列出了两种情况。在全点到点相互连接模式中,每一个节点都直接和网络中的所有其他节点相连。在部分点到点相互连接模式中,直接的通路只是某些节点对,并不是所有的节点对都有直接通路。部分点到点相互连接模式的价格低于全点到点模式,但可靠性不如全点到点的高。这是因为任何一条通路的故障都可能把整个系统分成两部分。所以部分点到点相互连接模式应保证每一个节点至少能和另外两个节点相连,以提高可靠性。

上述五种典型的网络拓扑各有优缺点,星形、树形网络结构的主要问题在于可靠性较差,点到点相互连接模式由于拓扑结构较复杂,所以在分散控制系统中很少见。从目前所推出的分散控制系统产品来看,几乎全部采用总线形或环形网络结构,当然这两种结构也有不足之处,如节点连接固定,可靠性不如某些结构等。除了上述五种拓扑结构以外,还有其他类型的拓扑结构,如立方体结构等,但这些拓扑结构基本上是由上述五种基本结构衍生出来的。

4. 计算机网络功能

计算机网络具有以下一些重要的功能:

(1) 能够对地域分散的业务部门提供实时集中控制。例如,在 OA (Office Automation) 系统中,通过计算机网络可以实现整个系统管理的自动化。

(2) 能够做到资源(包括软件、硬件和数据资源)共享。例如,某些专用处理程序在一处研制好之后,可供别处调用,或用来处理别处送来的数据,然后将结果再送回原处;在少数地点设置的数据库可提供全网服务;一些具有特殊功能的计算机和外部设备可以面向全网,对外地送来的数据进行处理(应用本地软件或外地软件),然后将结果送回原处。资源共享使得网络中各地的资源能够互通有无、分工协作,使资源的利用率大大增加,处理能力大大加强,数据处理的平均费用下降。

(3) 能够提高计算机的可靠性及可用性。在单机使用的情况下, 假如没有备用机, 计算机的某一部分一旦发生故障便会引起停机; 如果使用备用机, 则费用会随之增加。当多台计算机连成网络后, 各计算机可以通过网络互为后备。当某一处计算机发生故障时, 可由别处的计算机代为处理。也可以在网络的一些点上设置一定备用设备, 起全网公用后备的作用。另一方面, 当网中某一计算机的负担过重时, 可将新的作业转到网中另一较空闲的计算机去处理, 从而减少了用户的等待时间, 均衡了各计算机的负担。计算机网络能提高可靠性和可用性, 正像许多发电厂连成电力系统后能提高供电可靠性和保证不间断供电的作用一样。

(4) 能够进行分布处理。在计算机网络中, 用户可根据问题的性质和要求选择网内最合适的资源来处理, 以便能迅速而经济地得到解决。对于综合性的大型问题可以采用合适的算法, 将任务分到不同的计算机上进行分布处理。利用网络技术还可以将许多小型机或微型机连成具有高性能的系统, 使其具有解决复杂问题的能力, 从而使费用大为降低。

第二节 计算机操作系统类型

计算机操作系统是用来控制和管理计算机硬件资源、软件资源, 提供用户操作规范的一系列程序的总和, 是计算机系统中最基本、最重要的系统软件。计算机操作系统的种类很多, 根据不同的功能要求和计算机环境, 可以采用不同的操作系统, 如单用户操作系统、批处理操作系统、实时操作系统、分时操作系统、网络操作系统、分布式操作系统等。下面对各类操作系统进行简单介绍。

一、批处理操作系统

批处理操作系统是在计算机技术发展的初期人们开始研究的一种操作系统, 其主要特征是:

(1) 用户脱机使用计算机。用户提交作业后直到获得结果之前就不再和计算机打交道。作业提交的方式可以直接交给计算中心的管理操作员, 也可以通过远程通信线路提交。提交的作业由系统外存收容成为后备作业。

(2) 成批处理。操作员把用户提交的作业分批进行处理, 每批中的作业将由操作系统或监督程序负责作业间自动调度执行。

(3) 多道程序运行。不同于早期单道批处理系统, 现代的多道批处理系统按多道程序设计的调度原则, 从一批后备作业中选取多道作业调入内存并组织它们运行, 成为多道批处理。多道批处理系统的优点是系统资源为多个作业所共享, 其工作方式是作业之间自动调度执行, 并在运行过程中用户不干预自己的作业, 从而大大提高了系统资源的利用率和作业吞吐量。其缺点是无交互性, 用户一旦提交作业就失去了对其运行的控制能力; 由于是批处理, 作业周转时间长, 用户使用不方便。

需要说明的是, 不能把多道程序系统和多重处理系统相混淆。一般来说, 多重处理系统配制多个 CPU, 因而能真正同时执行多道程序。当然, 要有效地使用多重处理系统, 必须采用多道程序设计技术。反之却不然, 多道程序设计原则不一定要求有多重处理系统的支持。多重处理系统比起单处理系统来说, 虽增加了硬件设施, 却换来了提高系统吞吐量、可靠性、计算能力和并行处理能力等好处。

多道批处理系统一般用于计算中心较大的计算机系统中。由于它的硬件设备比较全，价格较高，所以此类系统十分注意 CPU 及其他设备的充分利用，追求高的吞吐量。故多道批处理系统的特点是其对资源的分配策略和分配机构，以及对作业和处理机的调度等功能均经过精心设计，各类资源管理功能既全且强。

二、分时系统

所谓分时是指多个用户分享使用同一台计算机，也就是说把计算机的系统资源（尤其是 CPU 时间）进行时间上的分割，即将整个工作时间分成一个个的时间段，每个时间段称为一个时间片，以便将 CPU 工作时间分别提供给多个用户使用，每个用户依次地轮流使用时间片。分时系统具有以下特征。

(1) 多路性。一台计算机周围连上若干台终端，每个用户通过终端可以同时使用计算机。

(2) 交互性。分时系统中用户的操作方式是联机的，即用户通过终端可以直接控制程序运行，同其程序之间可以进行“会话”（交互作用）。这样程序员就可以把自己的想法通过计算机进行检验，并得到进一步发展。

(3) 独占性。分时系统往往用来开发程序、处理数据等，在该系统上处理的作业一般不需要很多的连续 CPU 时间。因此对 CPU 时间及其系统资源按时间片进行分割，轮流分给终端用户使用。由于用户从键盘输入、输出比较慢，有时还要停下来思考。而 CPU 处理速度很快，所以尽管 CPU 按时间片为多个甚至几十个用户轮流服务，但丝毫也没有由于有多个用户共享而延缓其作业的处理速度。

由于分时系统的主要目的是及时地响应和服务于联机用户，因此分时系统设计的主要目标是对用户响应的及时性。

三、实时系统

“实时”是指对随机发生的外部事件作出及时的响应，并对其进行处理；所谓外部是指来自与计算机系统相连接的设备所提出的服务要求和采集数据。这些随机发生的外部事件并非由人来启动和直接干预而引起的。实时系统就是以此种方式工作的控制和管理系统。

实时系统通常包括实时过程控制和实时信息处理两种系统，其与批处理系统和分时系统存在以下不同：

(1) 无论批处理系统，还是分时系统，基本上都是多道程序系统，是属于处理用户作业的系统。系统本身没有要完成的作业，只是起着管理调度系统资源、向用户提供服务的作用。这类系统可以说是“通用系统”。而许多实时系统则是“专用系统”，是为专门的应用而设计的。在此种系统中，系统本身就包含有控制某实时过程和处理实时信息的专门应用程序。所以往往也就无所谓“作业”和“道”的概念，而只有固定的若干“任务”程序。

(2) 实时系统用于控制实时过程，所以对外部事件的响应要求十分及时、迅速。外部事件往往以中断的方式通知系统，因此实时系统要有较强的中断处理机构、分析机构和任务开关机构。为了能迅速处理外部中断，较常用的中断处理程序及有关的系统数据最好常驻主存储器中。

(3) 因为实时系统的控制、处理对象往往是重要的经济和军事目标，且又是在现场直接控制处理，任何故障往往会造成巨大损失。所以重要的实时系统往往采用双机甚至多机系统，以保证系统的可靠性。因此可靠性对实时系统就显得尤其重要。

(4) 实时系统的设计常称之为“队列驱动设计”和“事件驱动设计”，其工作方式基本上是接受外部消息（事件），分析这些消息，而后调用相应的消息（事件）处理程序进行处理。

此外，许多计算机系统常常将实时系统同批处理系统相结合，构成通用实时系统。在这些系统中，实时处理系统作为前台作业，批处理系统作为后台作业。前、后台作业的区别在于：只有前台作业不需要使用处理机时，后台的作业才能得到处理机的控制权。一旦前台的作业需要工作时，后台作业就立即让出处理机供其使用。

虽然把操作系统分成以上三类。但实际的系统往往兼有多道批处理、分时处理和实时处理三者或其中两者的功能。在此种情况下，批处理作业往往是作为后台任务。

四、网络操作系统

计算机网络是通过通信设施，将地理上分散的具有自治功能的多个计算机系统互连起来，以实现信息交换、资源共享、可互操作和协作处理的系统。它具有如下特征：

(1) 计算机网络是一个互连的计算机系统群体。这些计算机系统在地理上是分散的，可在一个房间里、一个单位里、一个城市或几个城市里，甚至在全国或全球范围内。

(2) 这些计算机是自治的。每台计算机有自己的操作系统，它们是在网络协议控制下协同工作。

(3) 系统互连要通过通信设施（硬件、软件）来实现。

(4) 系统通过通信设施执行信息交换、资源共享、互操作和协作处理，实现多种应用要求。互操作和协作处理是计算机网络应用中更高层次的要求特征。它需要有一个支持互连网络环境下的异种计算机系统之间的进程通信，实现协同工作和应用集成。

网络操作系统实际上往往是通过在原机器的操作系统之上附加网络管理、通信、资源共享、系统安全和多种网络应用服务等来达到上述诸方面要求的。在网络上的计算机由于各机器的硬件特性、数据表示格式及其他方面要求的不同，在互相通信时为了能正确进行并相互理解通信内容，相互之间应有许多约定。这些约定称之为协议或规程。网络操作系统的研制开发必须按照网络体系结构的各个协议标准进行。

因此，通常将网络操作系统定义为是使网络上各计算机能方便而有效地共享网络资源，为网络用户提供所需的各种服务的软件和有关规程的集合。

五、分布式操作系统

分布式操作系统也可以通过通信网络，将物理上分布的具有自治功能的数据处理系统或计算机系统互连起来，实现信息交换和资源共享，协作完成任务。但实际上它与计算机网络系统存在着明显的区别：

(1) 作为计算机网络，已制定了明确的通信网络协议体系结构及一系列协议族。无论是广域网（WAN）还是局域网（LAN），计算机网络的开发都遵循协议，而对于各种分布式系统并没有制定标准的协议。当然，计算机网络也可认为是一种分布式系统。

(2) 分布式系统要求具有统一的操作系统，实现系统操作的统一性。为了把数据处理系统的多个通用部件合并成为一个具有整体功能的系统，必须引入一个高级操作系统。各处理机有自己的私有操作系统，必须用一个策略使整个系统融为一体，这就是高级操作系统的任务。

它可以有两种形式出现：一是在每个处理机的私有操作系统之外独立存在，私有操作系

统可以识别和调用它；二是在各处理机私有操作系统的基础上加以扩展。对于各个物理资源的管理，高级操作系统和各私有操作系统之间，不允许有明显的主从管理关系。

在计算机网络中，实现全网的统一管理的网络管理系统已成为越来越重要的组成部分。

(3) 系统的透明性。分布式操作系统负责全系统的资源分配和调度、任务划分、信息传输控制等协调工作，并为用户提供一个统一的界面和标准的接口，用户通过这一界面实现所需要的操作和使用系统资源。至于操作定在哪一台计算机上，执行或使用哪台计算机的资源则是系统的事，用户是不用知道的，也就是系统对用户是透明的。但在计算机网络上，若一个计算机上的用户希望使用另一台计算机上的资源，则必须明确指明是哪台计算机。

(4) 分布式系统的基础是网络。它和常规网络一样具有模块性、并行性、自治性和通用性等特点，但比常规网络又有进一步的发展。因为分布式系统不仅是一个物理上的松散耦合系统，而且又是一个逻辑上紧密耦合的系统。

分布式系统由于更强调分布式计算和处理，因此对于多机合作和系统重构、坚强性和容错能力有更高的要求，希望系统有更短的响应时间、高吞吐量和高可靠性。分布式系统还处在发展阶段，网络计算（Network Computing）的发展趋势和高速网络的出现，将会使分布式系统变得越来越现实。

第三节 计算机系统的数据通信基础

数据通信是在 20 世纪 50 年代后期，随着电子计算机的广泛应用而发展起来的。它是以信息处理技术与计算机技术为基础而发展起来的新的通信方式，是建立计算机控制系统网络的基础。数据通信的内容很广，如各计算机之间，控制系统之间，计算机内部各部件之间，CPU 与存储器、人机接口之间等的信息交换都是数据通信的范畴。水电站计算机监控系统实质上是由多台微机组成的分层分布式的控制系统，主要包括微机监控、微机保护、电能质量自动调节控制等多个子系统。而各子系统一般采用智能模块化的组成结构，因此必须通过内部的数据通信，才能完成各子系统内部和各子系统间的信息交换，如站级与现地级之间、现地级相互之间的信息传输或交换，实现信息共享。另外，水电站计算机控制系统中各环节的信息也要及时传送给上级控制中心，如梯调中心、地调中心和省调中心等，要保证能接收和执行上级调度控制中心下达的各种操作和调控命令。因此，在水电站生产过程中，计算机控制系统要保证快速实时、安全可靠地操作被控对象，对生产过程的数据传输的实时性、安全性和可靠性提出了极高的要求。

一、数据通信系统基本组成

数据通信是一种通过计算机与通信线路相结合，来完成编码信息的传输、转接、存储和处理的通信技术，图 1-3 是简单的数据通信系统的基本结构框图。

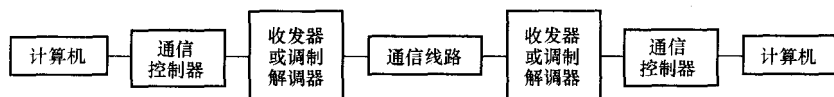


图 1-3 数据通信系统的基本结构框图

一个数据通信系统包括四类部件：计算机、通信控制器、收发器或调制解调器、通信线路（也称信道）。其中通信控制器负责数据传输控制，主要功能有链路控制和同步差错